



해외플랜트 프로젝트의 수행 특성

EPC기술위원회

한국경제가 1970년대 오일쇼크의 위기를 헤쳐 나가는데 큰 공헌을 한 것은 중동건설 붐에 의한 중동 건설 수주였다. 당시 오일가격 상승에 의해 풍부한 투자재원을 마련한 중동국가들은 1970년대 후반부터 1980년대 전반까지 항만, 도로, 아파트, 빌딩, 해수담수화공장 등과 같은 사회 간접자본에 대규모로 투자하였고 이로 인하여 제1차 중동 붐이 불었다. 이 당시 공중은 토목과 건축이 주를 이루었다. 한국의 건설회사들은 근면하고 우수하지만 상대적으로 낮은 임금 수준으로 활용 가능한 기술 인력을 기반으로 처음에는 선진국의 하청으로 출발하여, 나중에 직접수행으로 그 영역을 넓혀 나갔다. 이와 더불어 시공능력을 인정받은 일부 한국 기업들은 기술적 난이도가 낮은 플랜트 프로젝트의 수행에 참여 하기 시작했다. 당시 우리기업들은 총괄적인 기술능력을 갖추지 못하였으므로 주로 시공의 하청 또는 시공컨소시엄의 한 구성원으로 참여하였다. 반면 리스크가 적고 이윤이 큰 EPCC[설계(Engineering)-조달(Procurement)-시공(Construction)-커미셔닝(Commissioning)] 턴키(turn key)용역은 기술의 완성도가 높은 일본과 유럽 등의 선진 건설사들이 주로 수행하였다.

주지하는 바와 같이 제1차 중동건설 붐은 당시 한국경제를 살렸지만 우리기업들이 비교적 단순한 토목건축공사에 투입된 관계로 아직까지 해외 건설이라면 당연히 토목건축 분야의 시공업무를 뜻하는 것으로 이해하는 분들이 많다. 이에 비해 최근 10년 동안 우리나라의 주력성장동력이 된 “해외공장건설용역수주” 즉 “해외플랜트 EPCC

용역수주”의 업무내용을 일반인들로서는 이해하기 쉽지 않았기 때문에 소위 “해외플랜트사업”에 대한 대중적인 이해가 부족한 것이 아직까지의 현실이다.

최근 제2차 중동 붐에서는 사회간접자본건설 보다는 공장건설용역 즉 플랜트EPCC프로젝트가 턴키로 대량 발주 되고 있고 우리 건설사들은 이 프로젝트에 참여하여 대규모의 수주를 하고 있다. 프로젝트 수행도 과거 시공위주의 단순 토목건축공사로 부터 EPCC 일괄수행 형태로 전환되었다. 이제 우리기업들은 그동안 성공적인 EPCC 프로젝트 수행과 높아진 기술력을 바탕으로 외국기업과 컨소시엄을 구성하거나, 일부 시공업무를 외국기업에 하청 주기도 한다. 한마디로 1차 중동 붐 당시 선진 플랜트기업들이 수행하던 방식을 이제는 한국플랜트기업들이 수행하고 있다고 할 수 있다.

이번 기고는 우리학회의 EPC기술위원회에서 기획하였으며, 플랜트 EPCC프로젝트의 계약유형, 수행 및 특성과 단순 토목건축공사와의 차이점을 구체적으로 설명함으로써 현재 우리의 플랜트기업들이 해외에서 대규모 수주를 달성하고 있는 플랜트EPCC프로젝트에 대한 이해를 돕고자 하였다. 참고로 본고에서 사용되는 EPCC라는 용어를 국내기업에서는 아직 EPC[설계(Engineering)-조달(Procurement)-시공(Construction)]라는 용어로 간단히 칭하고 있음을 밝힌다. EPCC업무와 EPC업무의 엄밀한 차이점은 커미셔닝(commissioning, 총괄점검)을 계약자가 수행하는가 아니면 발주자가 수행하는가에 있다.



토목건축 프로젝트에서 일반적으로 택하는 순차적 수행 작업일정 (sequential completion schedule)에서는 설계-조달-시공의 각 역무가 순서대로 수행되므로 후속 역무를 수행하는 과정에서 도면의 변경이나 재시공(rework) 발생의 가능성이 상대적으로 작다. 한편 대부분의 해외플랜트 프로젝트에서는 설계, 조달, 및 시공을 동시에 수행하는 신속트랙(fast track)법을 채택한다. 그러다 보니 순차적으로 수행하는 일반 토목건축 공사와 비교하여 공사기간은 짧아지지만, 설계하는 과정에서 변경이 발생할 수 밖에 없고, 그에 따른 재시공이 발생할 가능성이 상대적으로 크다. 또한, 동시에 여러 작업이 수행되므로 유연한 사업관리(project management)가 프로젝트 성공의 필수 요소가 된다. 특히 설계, 조달, 시공, 및 커미셔닝 담당 조직 간의 정보교환, 독촉(expediting), 해결책(remedy)제시 및 손실 감소(mitigation)노력 등이 포함된 훨씬 세심한 노력이 필요 하다.

2.1 설계

플랜트프로젝트 설계는 일반적으로 기본설계(basic design), 연결설계(FEED) 그리고 상세설계(detail design)등 세가지로 구성된다. 정유 및 석유화학 플랜트의 경우, 설계, 조달, 및 시공 각 과정 순서대로 소요되는 투자비 구성비는 대략 10:60:30 이다. 일반적인 토목건축 공사에 비하여 플랜트건설에서의 설계비 구성비가 10%정도로 더 높은 이유는 플랜트설계가 상당히 복잡하고 전문성이 필요하기 때문이다.

1) 기본설계

기본설계는 일반적으로 원천기술 라이선서(licenser)가 제공하는 공정패키지(processing package)를 의미한다. 기본설계는 보통 계통흐름도(flow diagram), 배관 및 계측도면(piping and instrument diagram, P&ID) 그리고 기기 및 계기의 사양서 등으로 이루어진다. 플랜트는 현장의

상황에 따라 그리고 발주자의 요구에 따라 설계가 달라질 수 있으므로 일반적으로 핵심기술인 반응부분(reaction section)의 핵심공정(core process)만을 라이선서가 보증(guarantee)하고 나머지 플랜트 성능에 대해서는 EPCC 계약자가 하는 보증하는 경우가 대부분이다.

2) 연결설계

연결설계는 상세설계의 전단부(front)와 기본설계의 후단부(end)를 연결해 주는 설계라 할 수 있으며 실무에서는 FEED (Front and End Engineering Design)라 통칭한다. FEED는 다수의 입찰자들이 동일한 기준과 이해를 가지고 견적가를 산출하여 응찰할 수 있도록 하는 것이 목적인 설계이다. 서로 다른 여러 라이선서를 동반하는 경우, P&ID 및 사양(specification)표기법을 통일하여 입찰자 누구나 같은 조건하에 견적할 수 있도록 만들기 위한 설계라고도 볼 수 있다. 여기에는 공개된 기술(open art technology)과 현장 관련 정보가 추가 될 수도 있다.

FEED에 입찰기간 동안 입찰자의 질문(questionnaire)에 대한 설명서(clarification sheets)가 추가되면 그것이 플랜트용역계약서의 기술사항(technical part) 계약서가 되는 것이 상례이다. 즉 계약 후 발주자의 요구사항변경(change order)이 발생하지 않는 범위 내에서 계약자가 상세설계를 수행하는데 어려움이 없게 하는 정도의 설계도를 FEED로 볼 수 있다. 그러므로 FEED 자체로는 완전한 설계도가 아니라 공정한 입찰조건을 제시하기 위한 설계 및 정보로 보는 것이 일반적이다.

3) 상세설계

상세설계는 기자재를 조달 하고, 시공에 임할 수 있게 하는 설계로서 보통 계약자가 수행한다. 계약자는 계약서에서 요구하는 모든 성능을 보장하여야 하므로, 상세설계 단계에서는 FEED에서의 오류를 수정하거나 필요한 사항을 추가하는 업무



도 수행할 필요가 있다. 따라서 상세설계 단계는 공정분야에서 부터 FEED의 오류, 부정확 및 불일치를 찾아 수정하거나 추가하는 일을 수행하는 것이다. 또한 상세 설계업무 영역에는 발주자와 함께 플랜트의 운전 및 보수의 편의성과 안전성을 점검하는 “안전성 및 운전성 (Hazard and Operability, HAZOP)” 역무까지도 포함된다.

앞서 언급하였듯이 근래에 수행되는 플랜트프로젝트는 대부분 전체 공사기간을 단축시키기 위하여 설계, 조달, 시공을 동시에 겹쳐서 수행하는 신속트랙 방식으로 진행되므로, 어떤 경우에는 부분적인 우선시공이 요구되기도 한다. 이때는 현재 시점에서의 유용한 정보를 근거로 하여 상세설계를 수행할 수밖에 없을 때도 많다. 그러므로 상세설계 수행시 우선순위는 공급자 정보(vendor information)가 요구되는 부분에 두는 것이 일반적이다. 이는 기자재 조달을 가능한 빠르게 할 뿐만 아니라 필요한 설계정보를 기자재 공급자로부터 적기에 받아 내기 위한 것이다.

실무에서는 공급자 정보가 추가되어야 완성되는 상세설계 부분에 구름마크(cloud mark)로 표시하여 시공도면을 작성하며, 이미 설계가 완료된 다른 부분의 시공이 지체 없이 추진 될 수 있도록 한다. 추후 공급자의 정보를 입수하여 설계가 완성되면 구름마크를 제거하고, 시공도면을 다시 발급하여 이 부분의 시공이 완료될 수 있도록 한다.

2.2 조달

플랜트 프로젝트에서 토목건축관련 자재를 제외한 대부분 기자재의 조달은 발주자의 승인공급업체목록(approved vendor list)에 있는 업체 혹은 별도로 승인을 받은 업체에서만 기자재를 공급 받을 수 있다. 설계의 결과로 대부분의 기술 사양서가 작성되고, 기술 사양서에 따라 조달이 이루어지므로 대부분의 조달품은 기성제품이 아닌 주문제작제품을 사용한다. 즉 플랜트프로젝트에서 기자재 조달의 특성은 한마디로 주문제작 기자재

(engineered item)의 조달이라 할 수 있다. 따라서 조달은 설계를 수행하는 조직에서 수행하는 것이 일반적이다.

발주자가 직접 조달할 경우에도 반드시 설계조직에게 구매서비스(procurement services)를 제공받아야만 수행이 가능하다. 즉, 토목건축 공사 수행에서와는 달리 플랜트프로젝트의 수행에서는 담당 설계조직의 검증 없이는 조달역무를 수행할 수 없다. 실제 플랜트프로젝트의 진행에서는 다수의 기자재 공급업체로부터 기자재 견적서를 받은 후에 기술검토(TBA, Technical Bid Analysis)를 수행하여 견적서의 기술사항이 설계사양을 충족하는지 검토한 후 공급업체를 결정한다. 기자재 공급계약 후에 설계변경이 발생하면 곧 공급업체에게 통보하여 기자재 제작변경이 수행되도록 하여야 한다. 반대로 공급업체에서의 기술사항이 변경되면 이를 즉시 관련 설계조직에 전달하여 조달조정(procurement coordination)이 이루어지도록 하여야 한다. 이 일은 프로젝트 매니지먼트에서 아주 중요하고 꼭 필요한 업무 중에 하나이다.

대부분의 플랜트 프로젝트에서는 조달금액이 사업금액 총액의 절반이상을 차지하기 때문에 조달을 얼마나 저렴하게 수행하느냐가 매우 중요하다. 또한 조달은 계약자 자신이 아닌 공급업체에 전적으로 의뢰하여야 하는 것이므로 계약자의 직접 제어범위 밖의 것이다. 그러므로 항상 지연 여부와 지연 시 어떻게 영향을 줄일 것인가에 항상 신경 써야 한다.

2.3 시공

플랜트프로젝트에서는 시공조직이 공사뿐만 아니라, 예비커미셔닝(precommissioning)까지 수행하여야 하므로 기계적 완공(mechanical completion)을 시공조직의 완료역무로 보는 것이 일반적이다.



1) 공사

플랜트 시공에서는 일반 토목건축 시공에서 보다 더 높은 정밀도가 요구된다. 하나의 기기가 설치되면 그에 따른 배관, 전기 및 계장 등이 뒤따라 연결 설치되므로, 기기의 토목기초만 하더라도 일반 토목공사에서 보다는 훨씬 높은 정밀도가 요구된다. 또한 시공관리 (construction management)에서도 조달품의 설치에 세심한 관리가 요구된다. 플랜트시공에서 유연한 시공관리가 전체 프로젝트 성공의 핵심 요소임은 아무리 강조해도 지나침이 없다.

필요 시 언제든지 필요 자재를 시중에서 구할 수 있는 일반 토목건축공사와는 달리, 플랜트프로젝트는 신속트랙 방법으로 수행되면서 주문 기자재를 사용하므로 필요한 설계도면과 기자재가 계획에 맞추어 배송되는지 미리 파악하여야 한다. 또한 분할 선적되는 벌크자재 (bulk material)가 현장에 도착 되었는지를 확인하여 지연발생 시 설계조직과 조달조직에게도 통보를 하는 것이 매우 중요하다. 이는 부족한 부분이 있을 시 미리 통지하여 선행 역무조직에서 해결책과 손실감소를 기획할 수 있는 기회를 주어야 하기 때문이다. 예를 들면 지연이 불가피 할 경우, 다른 대체작업을 찾아 손실 감소를 도모하여야 하여야 한다는 것이다.

2) 예비커미셔닝

예비커미셔닝은 공사를 완료 후 배관내부를 세척 (flushing, cleaning)을 하고 플랜트 각 부분의 시공이 이상 없이 완료되었는지를 시험하는 것이다. 대부분의 경우 찬물을 넣어 운전한다고 하여 “Cold Test Run”라고도 칭하며, 설치된 것들이 제대로 작동하는지를 확인하는 작업이다. 세부적으로는 펌프가 설계방향으로 운전되는지, 계기가 작동되는지 그리고 배관이 제대로 연결 되었는지를 확인하는 업무이다.

2.4 커미셔닝

커미셔닝 즉 총괄점검은 시운전 (start-up)과

성능검사 (performance test) 모두를 수행하는 것을 의미하여, 일반적으로 설계조직의 역무로서 수행된다.

그러나 예비커미셔닝후에 수행되는 커미셔닝과 역무 구분이 프로젝트마다 달라질 수 있고, 수행조직마다 역무 범위 (scope of work)에 대한 이해가 다를 수 있으므로, 필히 커미셔닝의 역무를 계약 전에 분명하게 규정 할 필요가 있다. 비록 지금은 없어졌지만 API-700 (American Petroleum Institute-700) 규정에서 알려진 “Checklist for Plant Completion”을 활용하여, 예비커미셔닝과 커미셔닝의 역무를 구분하여 추후 분쟁을 최소화하는 것도 좋은 방법이다.

1) 시운전

시운전은 우선 실제로 원료를 투입하여 부분적으로 운전하기 시작하는 예비 시운전으로부터 시작된다. 즉 기기나 계기 등의 성능이 사양서대로 운전되는지를 우선적으로 확인한다. 이 단계에서는 실제적으로 유틸리티를 사용하므로 “Hot Test Run”이라고 칭한다.

예비시운전에서 기기, 계기 등이 설계대로 성능이 나오면, 원료를 투입하여 전체 공장을 운전하여 모든 공정을 점검하며 이를 시운전이라 칭한다. 처음에는 최소생산량에서부터 시작하여 점점 생산량을 높여 나가면서는 100% 생산이 되게 운전한다. 이때 제품의 품질이 계약서에서 요구하는 성능보장사양에 합치되고, 향후 지속적인 운전에 문제가 없다는 확신이 생기면 발주자에 성능시험 날짜를 협의하게 된다.

2) 성능시험

발주자의 입회 아래, 계약서의 성능보장조건에 따른 운전이 일반적으로 72시간 동안 연속적으로 수행 된다. 이 기간 중 각종 실험을 통해, 계약서에서 요구하는 유틸리티의 사용량, 생산량 및 제품의 사양 등의 조건의 충족 여부를 시험한다. 모든 조건이 충족되었을 경우, 예비승인 (prelimi-

